



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 197 33 473 C 2**

⑯ Int. Cl. 7:
F 01 N 7/08

⑯ Aktenzeichen: 197 33 473.3-13
⑯ Anmeldetag: 2. 8. 1997
⑯ Offenlegungstag: 4. 2. 1999
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 6. 7. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

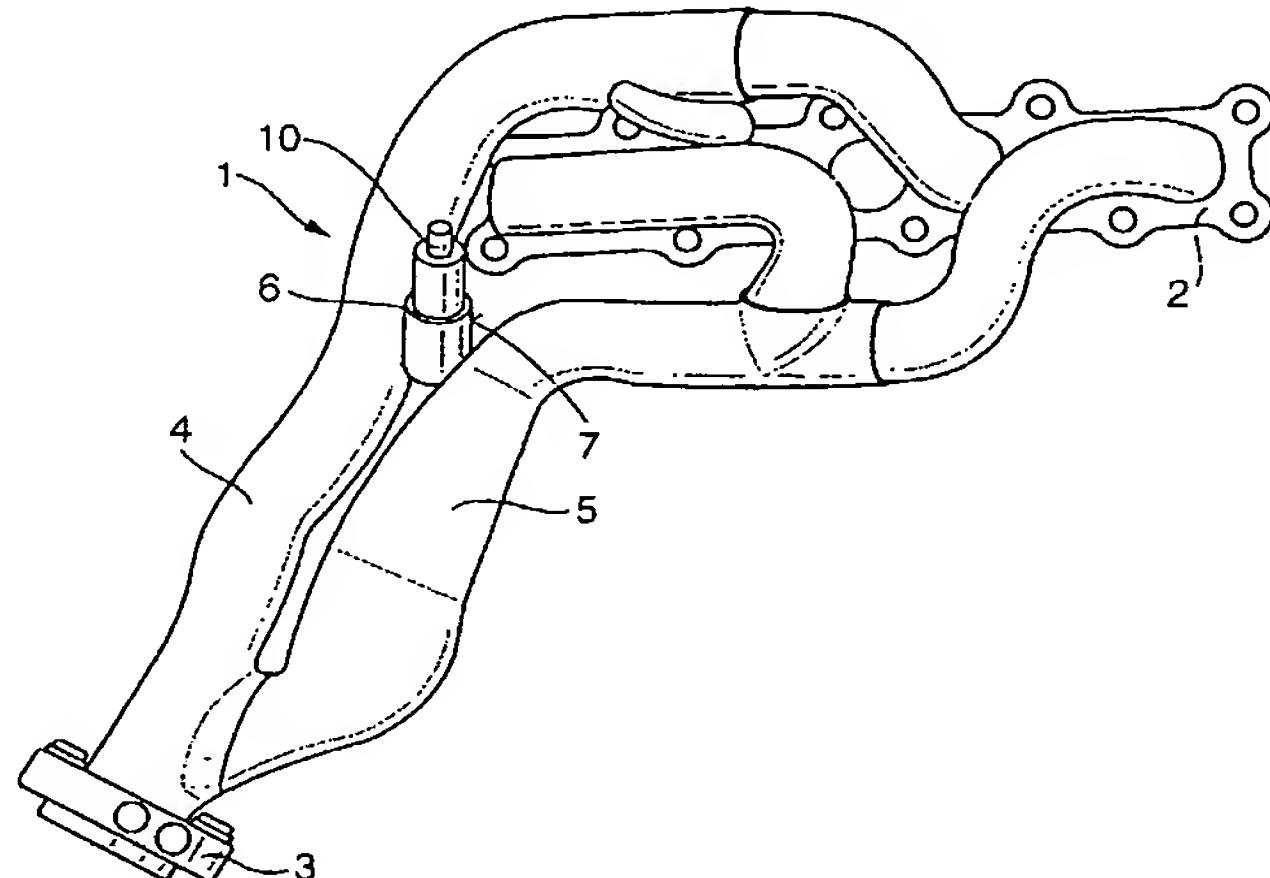
Bonny, Pierre, Dipl.-Ing., 22589 Hamburg, DE;
Hülsberg, Thomas, Dipl.-Ing., 21224 Rosengarten, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 09 045 C1
DE 1 95 18 252 A1

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer Anbindung eines λ-Sondenhalters an ein Abgasrohr

⑯ Verfahren zur Herstellung einer Anbindung eines hohlzylindrischen λ-Sondenhalters (6) an ein mit einer Öffnung (14) zur Beaufschlagung der im Halter (6) befestigten λ-Sonde (10) mit Abgas versehenes Abgasrohr (4, 5), das aus einem Rohrrohling (15) zur gewünschten Fertigform innen hochdruckumgeformt wird, wobei eine zur Anlagekontur der Mantelfläche (7) des Halters (6) formnegative von einer Einbeulung (13) gebildete Anlagefläche am Abgasrohr (4, 5) dadurch ausgeformt wird, daß an der Stelle der auszubildenden Anlagefläche (13) der Rohrrohling (15) oder das fertiggeformte Abgasrohr (4, 5) mittels eines Prägestempels (24) eingeebult wird, und daß in Einbeulung des Stempels (24) das Rohrmaterial an die der Konturierung der Anlagefläche (13) entsprechend ausgebildete Prägekontur des Stempels (24) mittels Innenhochdruck angepreßt wird.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Anbindung eines hohlzylindrischen λ -Sondenhalters an ein Abgasrohr und eine Vorrichtung zu der Durchführung des Verfahrens.

λ -Sondenhalter sind in vielfältiger Art wie beispielsweise aus der DE 34 09 045 C1 bekannt. Bei all diesen Bauarten wird der Halter in seiner Form in ganz spezieller Weise an die gekrümmte Form des Abgasrohres angepaßt, um eine maßhaltige Anbindung des Halters an das Abgasrohr zu erhalten, die gewährleistet, daß durch einen sich anschließenden Schweißvorgang des Halters an das Abgasrohr eine mechanisch und thermisch belastbare Verbindung zwischen den Verbindungspartnern entsteht. Die spezielle Anpassung ist jedoch fertigungstechnisch aufwendig und daher kostenintensiv. Insbesondere bei knappen Bauraumverhältnissen, bei denen der hohlzylindrische Halter zwangsweise mit seiner Mantelfläche am Abgasrohr angebracht werden muß, kann dies bislang nahezu maßgerecht nur zum einen durch hochkompliziertes Konturenfräsen der Mantelfläche des Halters oder durch Ausbildung des Halters als Feingußteil, an dem die Anlagekontur beim Gießvorgang ausgestaltet wird. Beide Verfahren erfordern teuere Werkzeuge und lange Prozeßzeiten, die ebenfalls für gesteigerte Kosten beim Ausbilden einer geeigneten Anbindung des Halters am Abgasrohr sorgen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zu entwickeln, mit dem in einfacher Weise und bauraumsparend eine maßhaltige Anbindung eines λ -Sondenhalters an ein Abgasrohr erzielbar ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 5 hinsichtlich der Vorrichtung gelöst.

Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, zur Ausbildung der Anbindung die Innenhochdrucktechnik auszunützen, mittels der aufgrund der daraus erwachsenden Möglichkeit, Abgasrohre mit kompliziert verlaufenden Krümmungen quasi fertigungstoleranzfrei auszubilden, Abgasstränge oder Teile davon in letzter Zeit vermehrt hergestellt werden. Dabei wird in einfacher Weise das Abgasrohr an der Stelle, an der die künftige Anlagefläche des Halters vorgesehen ist, mittels eines Prägestempels eingebucht, wonach mit Verharen des Prägestempels in der Einbeullage das Abgasrohr mittels Innenhochdruck bezüglich der Anlagekontur der Mantelfläche des Halters konturgetreu, also formnegativ an diese angepaßt wird. Die Anbindung des Halters mit seiner Mantelfläche an das Abgasrohr erspart Bauraum, wobei der Halter an dieser Stelle in gewissem Umfang quasi in das Abgasrohr zumindest jedoch in die Rohrwandung versenkt gelegen ist. Dies geschieht verfahrensökonomisch gemeinsam mit der Umformung des Rohrrohlinges zur gewünschten Fertigform des Abgasrohres in nur einem Arbeitsgang. Günstig ist darüber hinaus, daß die Ausbildung dieser Anbindung über vielzählige Umformabläufe hinweg exakt reproduzierbar ist. Des weiteren entfällt die Ausbildung von teuren Spezialteilen, wie das anfangs erwähnte Feingußteil, sowie aufwendige gesonderte Fertigungsverfahren, die geeignet sind, um den Halter dem Abgasrohr in der Anlagekontur anzupassen. Nunmehr ist es lediglich ein einfaches und damit kostengünstiges Drehteil als Halter erforderlich, das außer dem Innengewinde für die Schraubaufnahme der λ -Sonde allein eine Querbohrung aufweisen muß, die mit der Öffnung im Abgasrohr zur Erreichung eines Zugangs des Abgasstromes zur λ -Sonde korrespondiert. Weiterhin erscheint die gemeinsame Benutzung ein und desselben Werkzeuges in Richtung der Kostensparnis und des Platzauf-

wandes vorteilhaft. Dabei kann das Formgebungsmittel entweder fest in einer Matrize des Umformwerkzeuges installiert oder in einer Austauschmatrize aufgenommen sein, die bedarfswise in den Grundkörper des Umformwerkzeuges 5 eingesetzt werden kann.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung einen Abgasstrang mit einem λ -Sondenhalter in erfindungsgemäßer Anbindung an zwei Abgasrohre des Stranges,

Fig. 2 in einer perspektivischen Darstellung ein Abgasrohr des Stranges aus Fig. 1 mit der erfindungsgemäß ausgebildeten Anlagefläche für einen λ -Sondenhalter,

Fig. 3 in einem seitlichen Längsschnitt den λ -Sondenhalter aus Fig. 1,

Fig. 4 in einem Querschnitt ein Rohrrohling in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug mit integriertem Prägestempel,

Fig. 5 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 unter Beaufschlagung des Prägestempels in drucklosem Zustand des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges,

Fig. 6 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 unter Beaufschlagung des Prägestempels mit im Innenhochdruck-Umformwerkzeug herrschendem Innenhochdruck,

Fig. 7 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 unter Beaufschlagung des Prägestempels und eines Stanzstempels mit im Innenhochdruck-Umformwerkzeug herrschendem Innenhochdruck,

Fig. 8 in einem Querschnitt den Rohrrohling aus Fig. 4 im Niederdruckzustand des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges mit rückversetztem Präge- und Stanzstempel beim Verklemmen des Lochbutzens in der Lochung mittels eines Stößels.

In Fig. 1 ist ein Abgasstrang 1 dargestellt, der einerseits an einem Eingangsflansch 2, mittels dessen der Strang 1 an einem Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine befestigt ist, und andererseits an einem Ausgangsflansch 3 angebracht ist, an den sich zum Auspuff hin die weitere Abgasleitung, bspw. unmittelbar ein Katalysator, anschließt. Der Abgasstrang 1 ist im wesentlichen aus zwei separat verlaufenden Abgasrohre 4, 5 gebildet, die im Bereich des Ausgangsflansches 3 ineinander münden. Stromauf dieser Einmündung ist zwischen den Rohren 4, 5 ein hohlzylindrischer hülsenförmiger λ -Sondenhalter 6 angeordnet, der an beiden Rohren 4, 5 mit Bereichen seiner Mantelfläche 7 flächig ange schweißt ist.

Der Sondenhalter 6 ist als Drehteil ausgebildet (Fig. 3) und weist eine zentrische Bohrung 8 mit einem Innengewinde 9 auf, in die die λ -Sonde 10 eingeschraubt ist. Der Sondenhalter 6 besitzt weiterhin zwei Querbohrungen 11, 12, die die zentrische Bohrung 8 zumindest anschneiden und auch – je nach Lage der Rohre 4, 5 und des Sondenhalters 6 zueinander – als eine einzige Durchgangsbohrung ausgebildet sein können. Die Querbohrungen 11, 12 bzw. die Durchgangsbohrung dienen zur Verbindung des Meßföhlers der λ -Sonde 10 mit einem in den Rohren 4, 5 geführten Abgasstrom.

Die Rohre 4, 5 sind maßhaltig innenhochdruckumgeformt und kalibriert. Stellvertretend für beide Rohre 4, 5 weist an der Stelle der Anlage des Sondenhalters 6 das Abgasrohr 4 eine Einwölbung 13 auf, die formnegativ zur Anlagekontur der Mantelfläche 7 des Sondenhalters 6 mittels Innenhochdruckumformen ausgebildet ist. In der Einwölbung 13 besitzt das Abgasrohr 4 eine Öffnung 14, an die sich die Querbohrung 11 anschließt und über die die Sonde 10 mit Abgas

aus dem Abgasrohr 4 beaufschlagbar ist.

Im folgenden ist im Zusammenspiel mit dem dazu verwandten Werkzeug der Herstellungsprozeß der die Einwölbung 13 und die Öffnung 14 beinhaltenden Anbindung anhand der Fig. 4-8 beschrieben.

Ein Rohrrohling 15 wird in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug 16 eingelegt, das in ein Oberwerkzeug 17 und ein Unterwerkzeug 18 geteilt ist. Dabei wird vom Oberwerkzeug 17 und Unterwerkzeug 18 durch Vorsehen entsprechender Aussparungen in deren einander zugewandten Stirnflächen 19, 20 eine Gravur 21 gebildet, in die der Rohling 15 mit Spiel liegt. In der Trennebene 22 der beiden Werkzeughälften 17, 18 liegt eine Führungsbohrung 23, die in die Gravur 21 ausmündet und in der ein Prägestempel 24 verschiebar geführt ist.

Die zum Rohling 15 weisende in die Gravur 21 eintauchbare Stirnseite 25 des Prägestempels 24 ist in ihrer Konturierung – zumindest dort, wo später sich die Anlagefläche der Einwölbung 13 für den Sondenhalter 6 befindet – entsprechend der Anlagekontur der Mantelfläche 7 des Sondenhalters 6 ausgebildet. In Fig. 4 befindet sich der Prägestempel 24 noch in einer von der Gravur 21 zurückgezogenen Position, wobei das Umformwerkzeug 16 und der Rohling 15 in bezuglich eines Fluiddruckes drucklosem Zustand sind.

Der Prägestempel 24 wird nun gemäß Fig. 5 in die Gravur 21, vorzugsweise hydraulisch, hineingeschoben, wobei er den Rohling 15 an der Beaufschlagungsfläche einbeult. Dies kann sowohl ohne vorherige Befüllung des Rohlings 15 mit einem Druckfluid erfolgen als auch mit Befüllung ggf. unter Erzeugung eines gemäßigten unterhalb eines Umformdruckes angesiedelten Innenhochdruckes. Mit Befüllung wird die Knickgefahr des Rohlings 15 bei der Einbeulung zwar vermieden, jedoch sind zur einbeulenden Beaufschlagung hohe Eindrückkräfte erforderlich. Ohne Befüllung besteht die Gefahr des Knickens, jedoch kann dies durch geeignete Auslegung des Stempeldurchmessers und der Rohrwandstärke ebenfalls vermieden werden. Auf alle Fälle kann die Einbeulung in einfacher Weise erfolgen. In dieser Einbeulstellung verbleibt vorerst der Prägestempel 24. Wenn nicht schon vorher ausgeführt, wird nun der eingebaute Rohling 15 mit einem Druckfluid befüllt.

Danach wird ein Innenhochdruck aufgebaut, der den Rohling 15 aufweitet und an die Konturierung des Prägestempels 24 preßt (Fig. 6). Nach weitgehender Anlage der Rohlingswand an die Gravur 21 des Umformwerkzeuges 16 wird ein den bisherigen Aufweidruck übersteigender Kalibrierdruck erzeugt, mittels dessen das nunmehr in seiner Fertigform maßhaltig vorliegende Abgasrohr 4, 5 in einem Preßsitz an der Gravur 21 allseitig anliegt und die aus der Einbeulung resultierende Einwölbung 13 fertig ausgebildet wird. Aufgrund der Kalibrierdrücke werden auch die hinsichtlich der Einbeulung nebenliegenden, bei dem Einbeulvorgang unerwünscht miteingezeichneten Bereiche der Rohlingswand ausgebeult und entsprechend der Anlage an der Gravur 21 eingeebnet. Denkbar ist, das Ausbilden der Einwölbung 13 samt Einbeulen während des Aufweitens des Rohrrohlings 15 erfolgen zu lassen, wodurch Prozeßzeit eingespart wird. Dies erfordert jedoch das Aufbringen hoher hydraulischer Kräfte für den Prägestempel 24 sowohl beim Einbeulen als auch beim Formgeben der Einwölbung 13. Des weiteren ist ebenfalls denkbar, zuerst den Rohrrohling 15 in die Fertigform des Abgasrohres 4, 5 umzuformen und dann in einer anschließenden Umformstufe die Ausbildung der Einwölbung 13 vorzunehmen. Dies bringt zwar den Nachteil verlängerter Prozeßzeit, erniedrigt jedoch den Kraftaufwand für den Prägestempel 24, da die Druckverhältnisse innerhalb des fertiggeformten Abgasrohres 4, 5 gezielt auf die Ausbildung der Einwölbung 13 anpaßbar sind.

Alternativ zu dem Prägestempel 24 ist es denkbar, daß das Abgasrohr 4, 5 oder der Rohrrohling 15 mittels Innenhochdruck an eine Gravur 21 eines Innenhochdruck-Umformwerkzeuges 16 angepreßt wird, die an der Stelle der zu erzeugenden Einwölbung 13 entsprechend der Konturierung des Sondenhalters 6 ausgebildet ist. Hierbei wird zwar durch den Wegfall des Prägestempels 24 die Teilezahl für den Herstellungsprozeß reduziert und die Steuerung für diesen insgesamt vereinfacht, jedoch können nur Rohrrohlinge 15 bzw. Abgasrohre 4, 5 in die Gravur 21 eingebracht werden, deren Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Gravur 21 an der Stelle ihres nach innen stehenden Konturwulstes. Einerseits schließt dies eine Einbringung eines fertigumgeformten Abgasrohres 4, 5 zur Ausbildung einer Einwölbung 13 aus, da dazu auch gleichzeitig eine Aufweitung des Abgasrohres 4, 5 einhergeht, die die Fertigform unerwünscht verändert. Andererseits werden nach Einbringen eines Rohrrohlings 15 beim Aufweiten bis zur Anlage an der Gravur 21 relativ hohe Umformgrade erforderlich, die gegebenenfalls zum Versagen des Rohlingsmaterials und damit zu einer erhöhten Ausschußrate des gefertigten Abgasrohres 4, 5 führen.

Wie aus Fig. 7 zu entnehmen ist, verweilt der Prägestempel 24 weiterhin in seiner Einbeulstellung. Der Prägestempel ist hohlgebohrt und nimmt in seiner Bohrung 26 einen dort verschiebbar geführten Stanzstempel 27 auf. Der Stanzstempel 27 weist eine stirnseitige Ringzacke 28 auf, mit der er bei Beaufschlagung des Abgasrohres 4, 5 in dessen Wandungsmaterial eindringt, wobei die Eindringtiefe derart bemessen ist, daß nur noch eine schmale umlaufende Dünnstelle 29 in der Rohrwandung verbleibt. Danach wird der Stanzstempel 27 zurückgezogen, wonach unter Innenhochdruck die Rohrwandung entlang der Dünnstelle 29 sauber reißt, wodurch die Öffnung 14 im Abgasrohr 4, 5 und ein Lochbutzen 30 aus Wandungsmaterial entsteht. Der Stanzstempel 27 wird nur soweit zurückgezogen, daß der Lochbutzen 30 die Öffnung 14 nicht verläßt. Durch den Riß entsteht im umgeformten Abgasrohr 4, 5 ein Druckabfall. Aufgrund der Integrierung des Stanzstempels 27 in den Prägestempel 24 wird zum einen Bauraum im Umformwerkzeug 16 gespart und zum anderen eine in der Lage innerhalb der Einwölbung 13 jederzeit und ohne Aufwand exakt reproduzierbare Öffnung 14 erzeugt. In der oben erwähnten auf einer speziellen Ausbildung der Gravur 21 basierenden Alternative kann ebenfalls eine Durchführung angeordnet sein, in der ein Stanzstempel aufnehmender Prägestempel geführt ist.

Nach Fig. 8 weist der Stanzstempel 27 mittig eine Führungsbohrung 31 auf, in der ein Stößel 32 verschiebbar geführt ist. Der Stößel 32 ist federbelastet und beim Stanzen gegen das Abgasrohr 4, 5 vorgespannt. Nach dem Druckabfall herrscht im Abgasrohr 4, 5 nur noch ein umformdruck untersteigender Fluidinnendruck, wobei auch eine völlige Druckentspannung vorgesehen sein kann. Weiterhin ist es denkbar, das Fluid aus dem Abgasrohr 4, 5 herauszuleiten. In allen erwähnten Fällen wird federbelastet mit dem Stößel 32 der Lochbutzen 30 beaufschlagt und in die Öffnung 14 überstandsfrei in verklemmender Weise hineingeschoben. Der Prägestempel 24 wird gemeinsam mit dem Stanzstempel 27 zurückgezogen, wodurch sich beide vom Abgasrohr 4, 5 lösen. Nach Öffnen des Umformwerkzeuges 16 wird das umgeformte und gelochte Abgasrohr 4, 5 entnommen, wonach der Lochbutzen 30 durch einen Stift herausgedrückt wird, so daß die Öffnung 14 im Abgasrohr 4, 5 freigegeben wird. In einem abschließenden Vorgang wird letztlich der Halter 6 konturgerecht in die Einwölbung 13 an dem Abgasrohr 4, 5 eingesetzt und mit diesem verschweißt.

Im übrigen sei noch angemerkt, daß die Anlagefläche

auch an Hohlprofilen jedwelcher Art ausgebildet werden kann, wie beispielsweise im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine oder an hohlen Rahmenteilen von Karosserien oder Achsträgern bzw. -lenkern.

verschiebbar gehalten ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Anbindung eines hohlzyllindrischen λ -Sondenhalters (6) an ein mit einer Öffnung (14) zur Beaufschlagung der im Halter (6) befestigten λ -Sonde (10) mit Abgas versehenes Abgasrohr (4, 5), das aus einem Rohrrohling (15) zur gewünschten Fertigform innen hochdruckumgeformt wird, wobei eine zur Anlagekontur der Mantelfläche (7) des Halters (6) formnegative von einer Einbeulung (13) gebildete Anlagefläche am Abgasrohr (4, 5) dadurch ausgeformt wird, daß an der Stelle der auszubildenden Anlagefläche (13) der Rohrrohling (15) oder das fertiggeformte Abgasrohr (4, 5) mittels eines Prägestempels (24) eingebaut wird, und daß in Einbeulung 10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000
1005
1010
1015
1020
1025
1030
1035
1040
1045
1050
1055
1060
1065
1070
1075
1080
1085
1090
1095
1100
1105
1110
1115
1120
1125
1130
1135
1140
1145
1150
1155
1160
1165
1170
1175
1180
1185
1190
1195
1200
1205
1210
1215
1220
1225
1230
1235
1240
1245
1250
1255
1260
1265
1270
1275
1280
1285
1290
1295
1300
1305
1310
1315
1320
1325
1330
1335
1340
1345
1350
1355
1360
1365
1370
1375
1380
1385
1390
1395
1400
1405
1410
1415
1420
1425
1430
1435
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
1480
1485
1490
1495
1500
1505
1510
1515
1520
1525
1530
1535
1540
1545
1550
1555
1560
1565
1570
1575
1580
1585
1590
1595
1600
1605
1610
1615
1620
1625
1630
1635
1640
1645
1650
1655
1660
1665
1670
1675
1680
1685
1690
1695
1700
1705
1710
1715
1720
1725
1730
1735
1740
1745
1750
1755
1760
1765
1770
1775
1780
1785
1790
1795
1800
1805
1810
1815
1820
1825
1830
1835
1840
1845
1850
1855
1860
1865
1870
1875
1880
1885
1890
1895
1900
1905
1910
1915
1920
1925
1930
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
2065
2070
2075
2080
2085
2090
2095
2100
2105
2110
2115
2120
2125
2130
2135
2140
2145
2150
2155
2160
2165
2170
2175
2180
2185
2190
2195
2200
2205
2210
2215
2220
2225
2230
2235
2240
2245
2250
2255
2260
2265
2270
2275
2280
2285
2290
2295
2300
2305
2310
2315
2320
2325
2330
2335
2340
2345
2350
2355
2360
2365
2370
2375
2380
2385
2390
2395
2400
2405
2410
2415
2420
2425
2430
2435
2440
2445
2450
2455
2460
2465
2470
2475
2480
2485
2490
2495
2500
2505
2510
2515
2520
2525
2530
2535
2540
2545
2550
2555
2560
2565
2570
2575
2580
2585
2590
2595
2600
2605
2610
2615
2620
2625
2630
2635
2640
2645
2650
2655
2660
2665
2670
2675
2680
2685
2690
2695
2700
2705
2710
2715
2720
2725
2730
2735
2740
2745
2750
2755
2760
2765
2770
2775
2780
2785
2790
2795
2800
2805
2810
2815
2820
2825
2830
2835
2840
2845
2850
2855
2860
2865
2870
2875
2880
2885
2890
2895
2900
2905
2910
2915
2920
2925
2930
2935
2940
2945
2950
2955
2960
2965
2970
2975
2980
2985
2990
2995
3000
3005
3010
3015
3020
3025
3030
3035
3040
3045
3050
3055
3060
3065
3070
3075
3080
3085
3090
3095
3100
3105
3110
3115
3120
3125
3130
3135
3140
3145
3150
3155
3160
3165
3170
3175
3180
3185
3190
3195
3200
3205
3210
3215
3220
3225
3230
3235
3240
3245
3250
3255
3260
3265
3270
3275
3280
3285
3290
3295
3300
3305
3310
3315
3320
3325
3330
3335
3340
3345
3350
3355
3360
3365
3370
3375
3380
3385
3390
3395
3400
3405
3410
3415
3420
3425
3430
3435
3440
3445
3450
3455
3460
3465
3470
3475
3480
3485
3490
3495
3500
3505
3510
3515
3520
3525
3530
3535
3540
3545
3550
3555
3560
3565
3570
3575
3580
3585
3590
3595
3600
3605
3610
3615
3620
3625
3630
3635
3640
3645
3650
3655
3660
3665
3670
3675
3680
3685
3690
3695
3700
3705
3710
3715
3720
3725
3730
3735
3740
3745
3750
3755
3760
3765
3770
3775
3780
3785
3790
3795
3800
3805
3810
3815
3820
3825
3830
3835
3840
3845
3850
3855
3860
3865
3870
3875
3880
3885
3890
3895
3900
3905
3910
3915
3920
3925
3930
3935
3940
3945
3950
3955
3960
3965
3970
3975
3980
3985
3990
3995
4000
4005
4010
4015
4020
4025
4030
4035
4040
4045
4050
4055
4060
4065
4070
4075
4080
4085
4090
4095
4100
4105
4110
4115
4120
4125
4130
4135
4140
4145
4150
4155
4160
4165
4170
4175
4180
4185
4190
4195
4200
4205
4210
4215
4220
4225
4230
4235
4240
4245
4250
4255
4260
4265
4270
4275
4280
4285
4290
4295
4300
4305
4310
4315
4320
4325
4330
4335
4340
4345
4350
4355
4360
4365
4370
4375
4380
4385
4390
4395
4400
4405
4410
4415
4420
4425
4430
4435
4440
4445
4450
4455
4460
4465
4470
4475
4480
4485
4490
4495
4500
4505
4510
4515
4520
4525
4530
4535
4540
4545
4550
4555
4560
4565
4570
4575
4580
4585
4590
4595
4600
4605
4610
4615
4620
4625
4630
4635
4640
4645
4650
4655
4660
4665
4670
4675
4680
4685
4690
4695
4700
4705
4710
4715
4720
4725
4730
4735
4740
4745
4750
4755
4760
4765
4770
4775
4780
4785
4790
4795
4800
4805
4810
4815
4820
4825
4830
4835
4840
4845
4850
4855
4860
4865
4870
4875
4880
4885
4890
4895
4900
4905
4910
4915
4920
4925
4930
4935
4940
4945
4950
4955
4960
4965
4970
4975
4980
4985
4990
4995
5000
5005
5010
5015
5020
5025
5030
5035
5040
5045
5050
5055
5060
5065
5070
5075
5080
5085
5090
5095
5100
5105
5110
5115
5120
5125
5130
5135
5140
5145
5150
5155
5160
5165
5170
5175
5180
5185
5190
5195
5200
5205
5210
5215
5220
5225
5230
5235
5240
5245
5250
5255
5260
5265
5270
5275
5280
5285
5290
5295
5300
5305
5310
5315
5320
5325
5330
5335
5340
5345
5350
5355
5360
5365
5370
5375
5380
5385
5390
5395
5400
5405
5410
5415
5420
5425
5430
5435
5440
5445
5450
5455
5460
5465
5470
5475
5480
5485
5490
5495
5500
5505
5510
5515
5520
5525
5530
5535
5540
5545
5550
5555
5560
5565
5570
5575
5580
5585
5590
5595
5600
5605
5610
5615
5620
5625
5630
5635
5640
5645
5650
5655
5660
5665
5670
5675
5680
5685
5690
5695
5700
5705
5710
5715
5720
5725
5730
5735
5740
5745
5750
5755
5760
5765
5770
5775
5780
5785
5790
5795
5800
5805
5810
5815
5820
5825
5830
5835
5840
5845
5850
5855
5860
5865
5870
5875
5880
5885
5890
5895
5900
5905
5910
5915
5920
5925
5930
5935
5940
5945
5950
5955
5960
5965
5970
5975
5980
5985
5990
5995
6000
6005
6010
6015
6020
6025
6030
6035
6040
6045
6050
6055
6060
6065
6070
6075
6080
6085
6090
6095
6100
6105
6110
6115
6120
6125
6130
6135
6140

Fig. 1

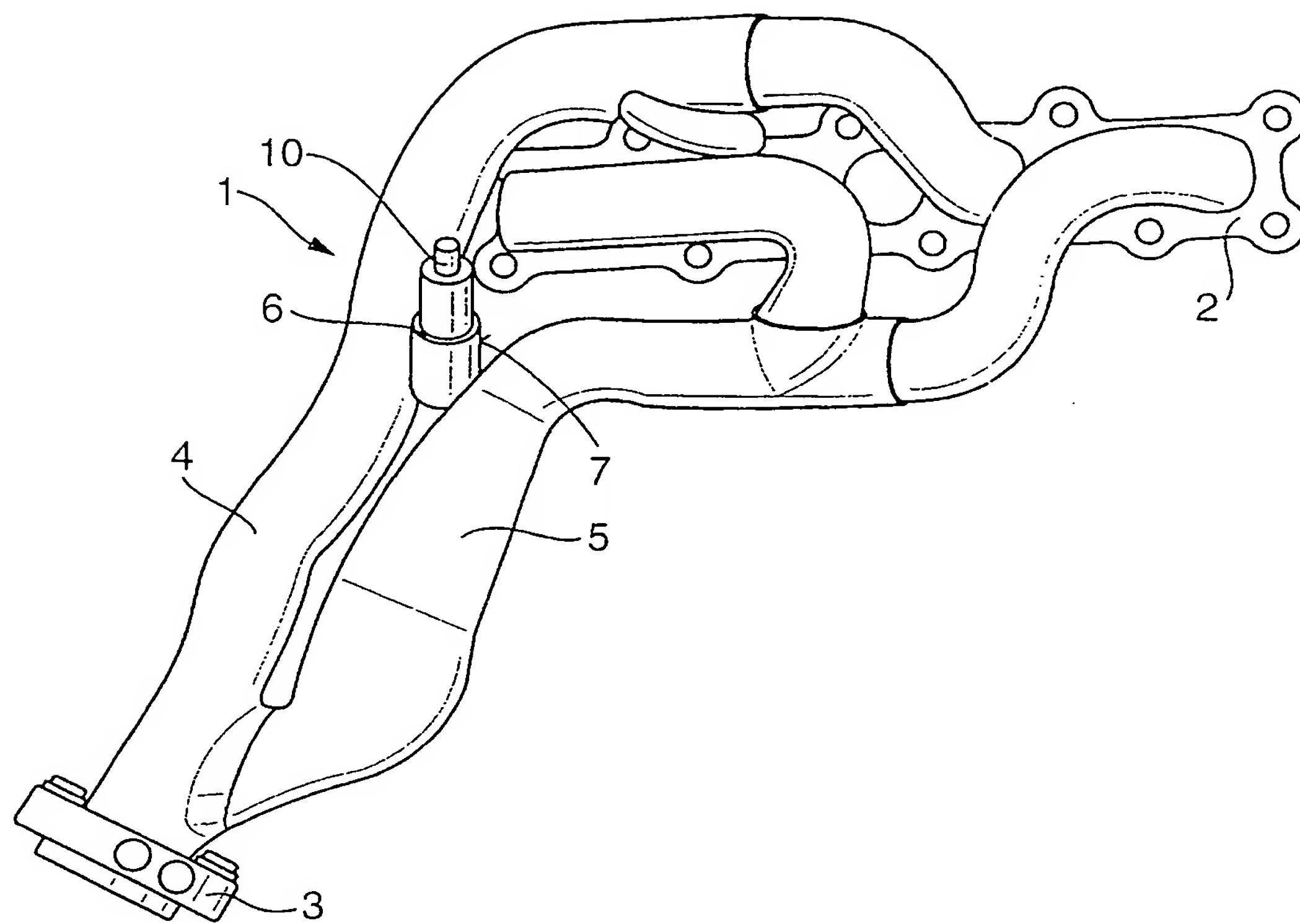


Fig. 2

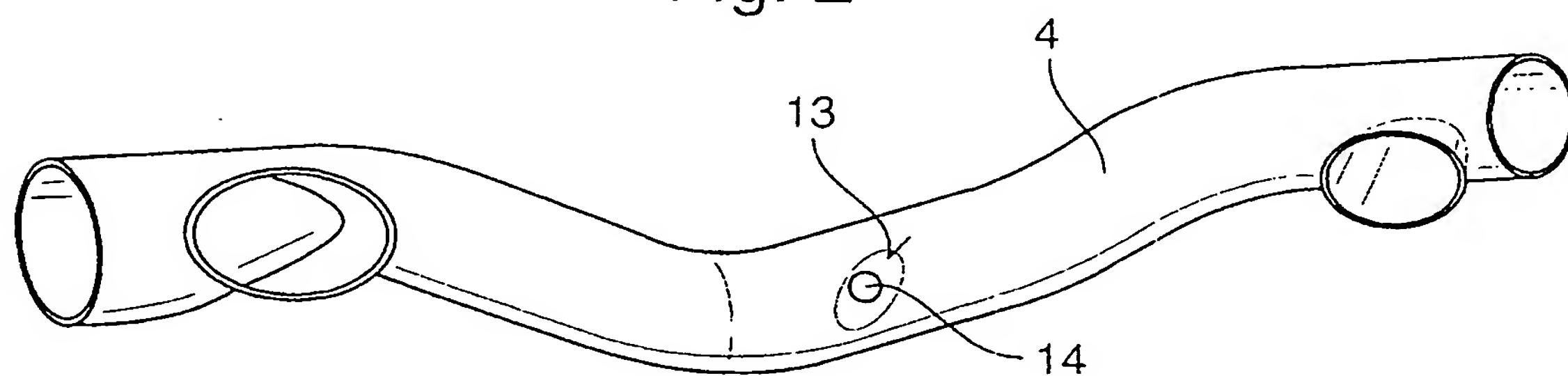


Fig. 3

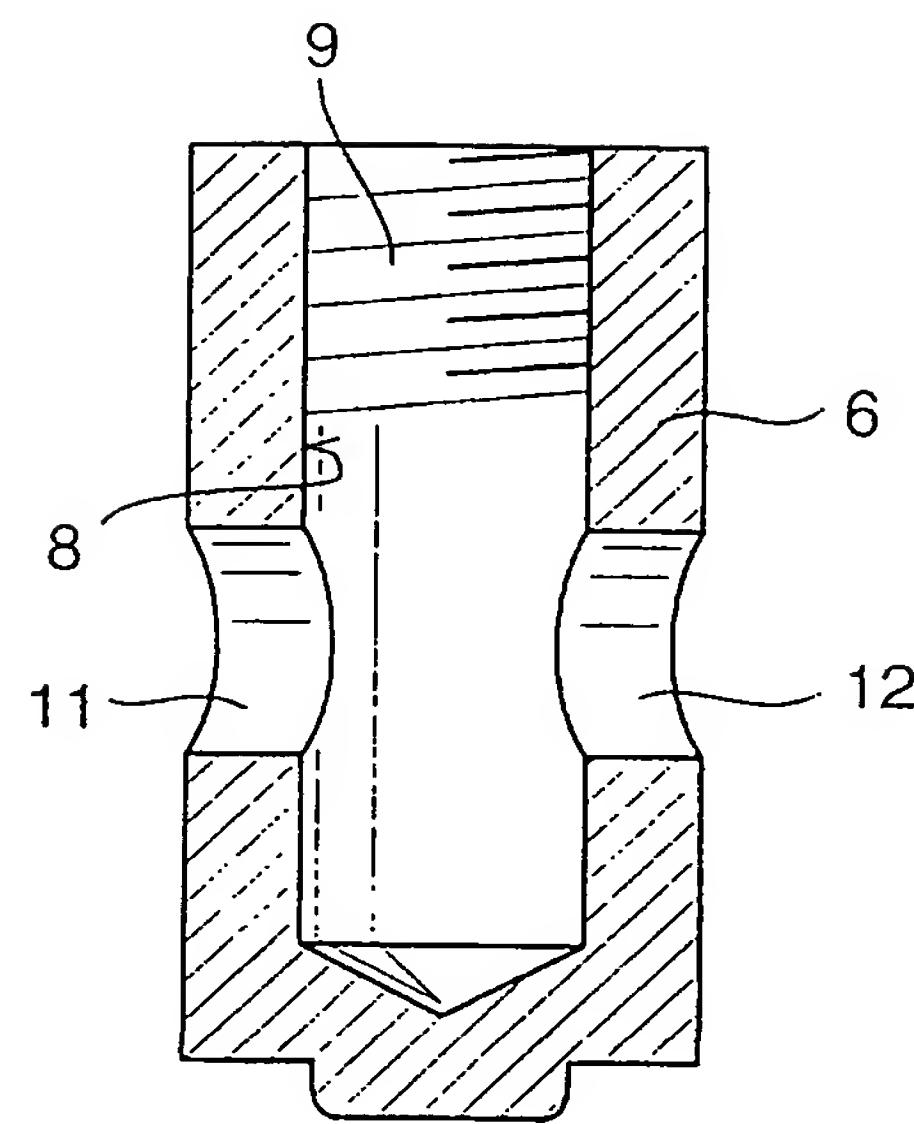


Fig. 4

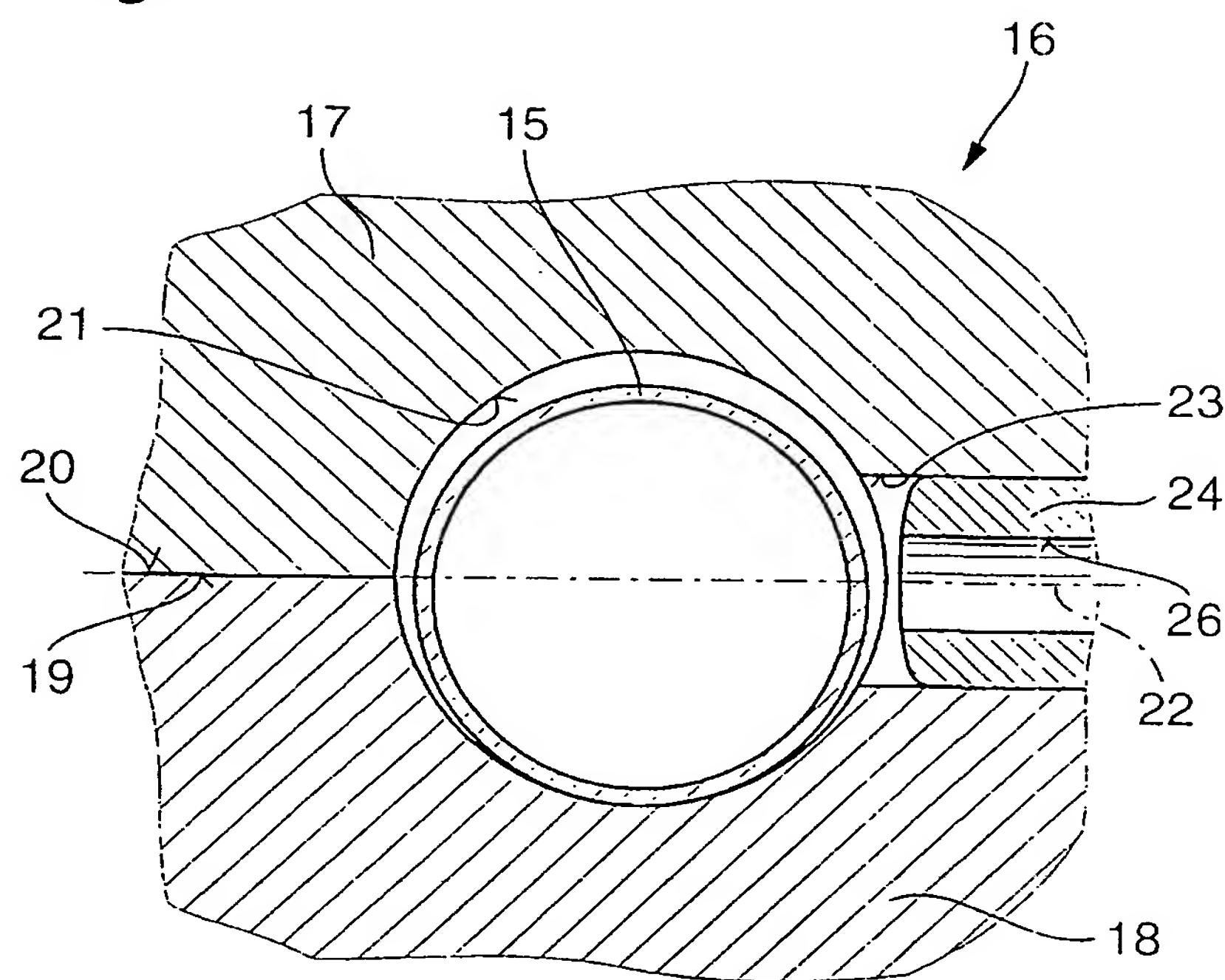


Fig. 5

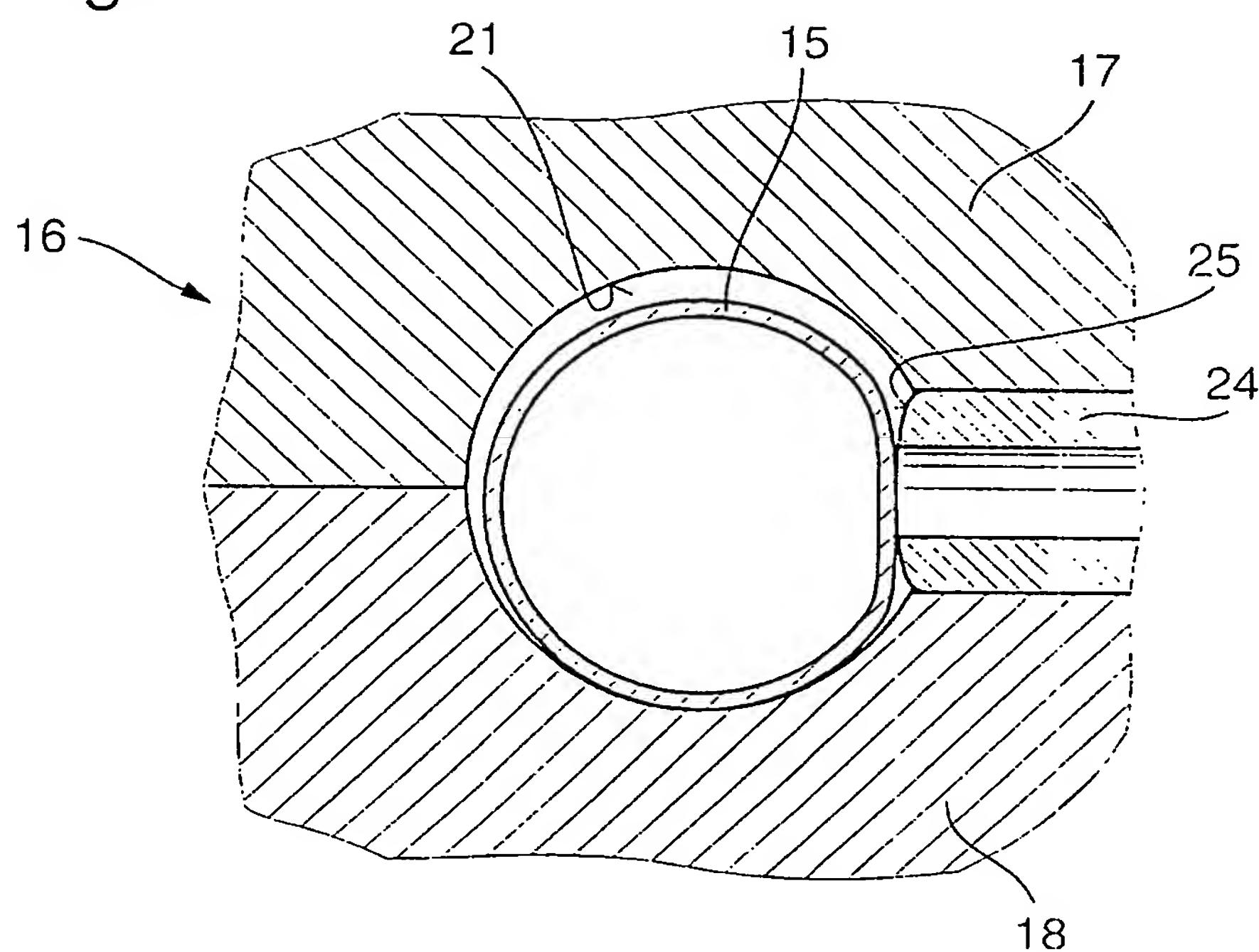


Fig. 6

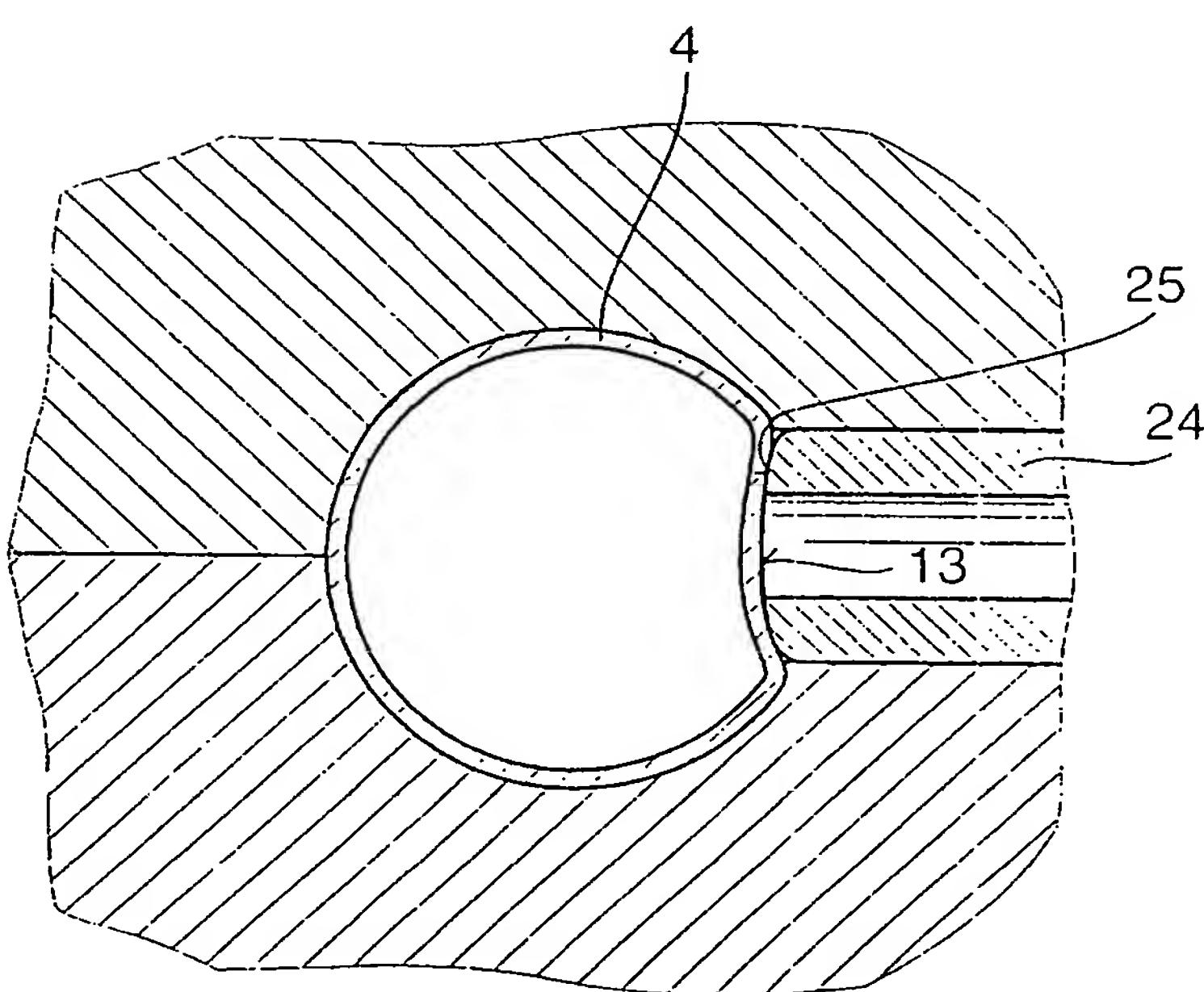


Fig. 7

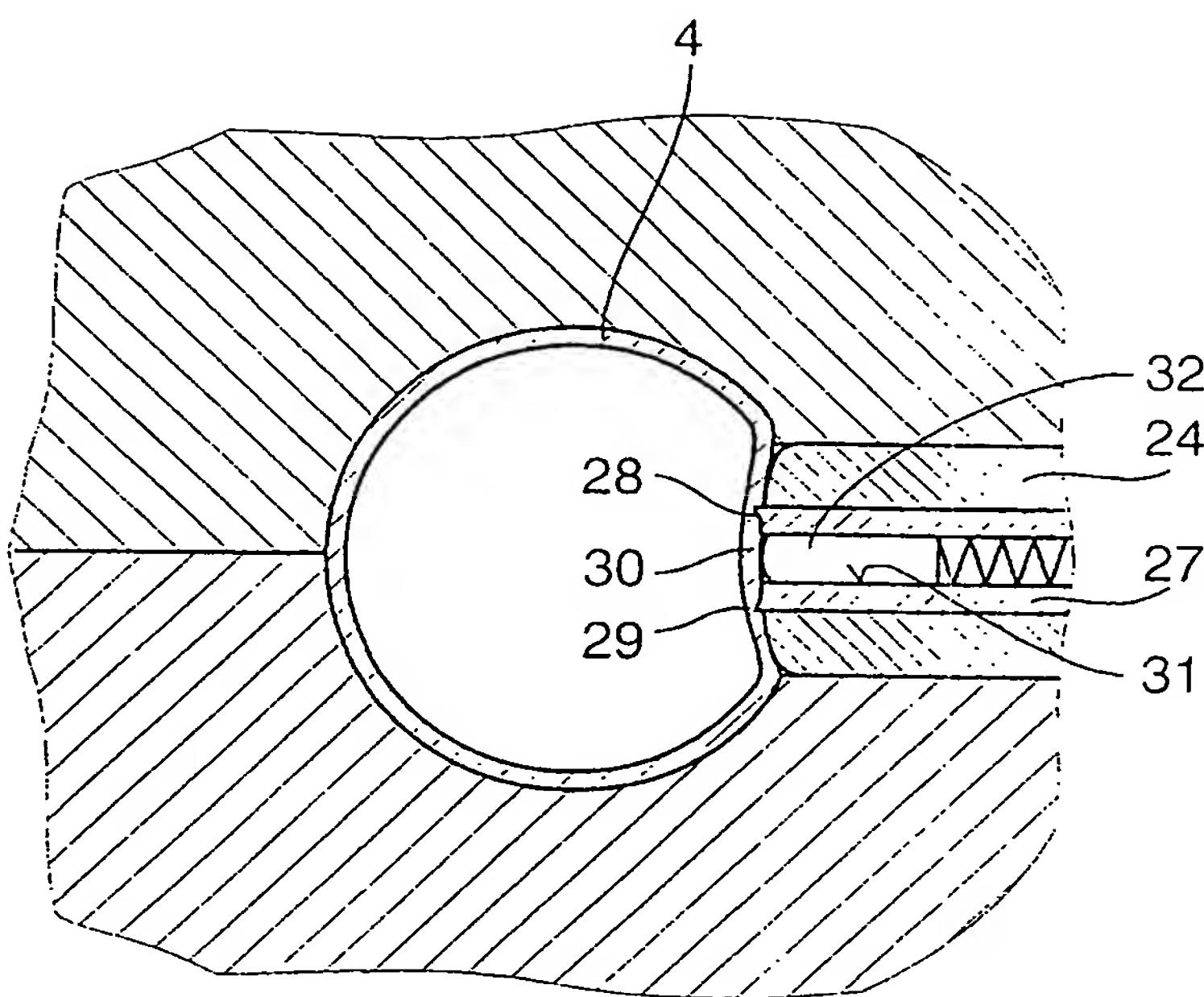


Fig. 8

